

中国复合香型白酒研究进展

Research progress of Chinese multiple-flavor liquor

曹 静 余有贵 曹智华 曾 豪

CAO Jing YU You-gui CAO Zhi-hua ZENG Hao

(邵阳学院食品与化学工程学院, 湖南 邵阳 422000)

(College of Food Science and Chemical Engineering, Shaoyang University, Shaoyang, Hunan 422000, China)

摘要: 文章主要归纳了中国白酒香型的确立和复合香型白酒的发展,总结了当前 12 种香型白酒之间的相互关系,比较分析了 8 种复合香型白酒的生产工艺、工艺特点、香味成分和风味特征,提出了复合香型白酒未来发展之路。

关键词: 白酒;复合香型;香型关系;生产工艺;工艺特点;微量成分

Abstract: The Origin of Chinese liquor flavor and the development of multiple-flavor liquors, as well as the relationship among the twelve kinds of them were summarized. The production process, technical characteristics, formation and flavoring compositions properties of the eight multiple-flavor liquors were reviewed in this study. Moreover, the development of multiple-flavor liquor was also proposed.

Keywords: multiple-flavor; relationship of flavor types; technical process; process characteristics; trace components

中国白酒是中国劳动人民的独创,其工艺独特、成分复杂、品种繁多^{[1]7-9},成为世界著名的六大蒸馏酒之一。中国白酒的分类方法多样,在第三届及以后的国家级评酒中,采用香型分类法对白酒进行归类,产品的香型分类是根据白酒的主体香气成分特征及风格分类^{[1]10-11}。复合香型白酒是指以清、浓、酱、米 4 种香型为基本香型,由其中 2 种或 2 种以上的基本香型复合所派生出的白酒,具有生产工艺多样性、香气多类型、风味多层次的特征^{[2]104}。白酒生产因原料、水质、气候、地域等因素的影响,酿造出了品质迥然不同的产品^[3],随着分析技术的进步和对白酒微量成分的深入研究,复合香型白酒的成员在不断增多。本文在查阅已有的文献资料基础上对复合香型白酒的出现、发展和未来,进行综述

和分析,以期为同行提供参考。

1 白酒复合香型的产生与关系

1.1 白酒复合香型的产生

香型是中国白酒品质评比的重要指标,也是白酒酿造和产品研发的一项关键指标^[4]。因此,香型在白酒行业中起着至关重要的作用。中国白酒香型的出现以及到目前为止的 8 种复合香型白酒的发展,可以分为以下 3 个阶段。

1.1.1 白酒香型探索阶段 从解放初期至 1979 年中国第三届评酒会前,国家启动了酒类研究的试点工作和酒类香味成分的分析工作。20 世纪 50 年代至 60 年代开展的大曲酒试点研究有“泸州老窖试点”(1957 年、1964~1966 年)、“茅台试点”(1964~1966 年)、“汾酒试点”(1964~1965 年)和“西凤试点”(1964~1965 年)。试点期间主要对生产工艺、微生物、香味成分进行分析和总结,采用当时先进的“纸上层析”技术,发现了泸州老窖大曲酒的主体香气为己酸乙酯;汾酒的主体香气为乙酸乙酯;以及茅台酒 3 个单型酒(即酱香、醇甜、窖底香)的香味成分之间的差异^[5]。1976 年内蒙轻工科学研究所采用气相色谱法分析酒样,发现小曲酒的桂林三花酒具有与众不同的香气成分 β -苯乙醇^[6]。这些前期探索与总结性工作,为 1979 年举办的中国第三届评酒会分香型评比提供了科学的依据^[7]。

1.1.2 复合香型出现阶段 1979 年中国第三届白酒评酒会上,以香气、酿造工艺、糖化发酵剂为依据,正式提出并确立了白酒的 5 种香型:酱香型、浓香型、清香型、米香型和其它香型^[8]。同时,也确立了白酒香型划分的原则:有群众基础、经济效益好、生产工艺和香味成分独特、有香味成分研究的科学数据^[4-5]。其中的“其它香型”即为最初出现的白酒复合香型,就是指一种白酒产品不属于上述 4 种基本香型之列,带有 2 种香型风味。

1.1.3 复合香型发展阶段 在 20 世纪 80 年代初至今,随着白酒研究的逐步深入及科学的进步,从“其它香型”逐渐独立出来了一系列复合香型白酒。根据白酒生产工艺、香味成分、风味特征等考核指标,逐渐分离出了 8 种复合香型白酒,即 1983 年确定的兼香型(白云边酒)^[9]、1986 年确定的药香

基金项目: 2016 年度湖南省自然科学基金项目(编号:2016JJ4080);湖南省 2015 年度县域经济发展技术创新引导专项项目(编号:2015NK2103);湖南省教育科学“十二五”规划课题(编号:XJK014AGD015);邵阳市科技计划重点项目(编号:2016FJ02);邵阳学院研究生资助项目(编号:2016y01)

作者简介: 曹静,女,邵阳学院在读硕士研究生。

通信作者: 余有贵(1964—),男,邵阳学院教授,博士。

E-mail: yufly225@163.com

收稿日期: 2017—04—03

型(董酒)^[10]、1988 年确定的特香型(四特酒)、1992 年确定的凤香型(西凤酒)^[11]、1995 年确定的芝麻香型(景芝白干酒)^[12]、1996 年确定的豉香型(玉冰烧酒)^[13]、2005 年确定的老白干型(衡水老白干酒)和馥郁香型(酒鬼酒)^[14]。到目前为止,白酒共有 12 种香型,其中浓香、清香、酱香、米香型为基本香型,其余 8 种为复合香型。

1.2 白酒香型关系

白酒以四大基本香型为基础,目前 12 种香型之间的关系见图 1^{[2]104}。在目前的 8 种复合香型的酒中,基本香型的复合种类由 2 种如凤型的西凤酒(清香和浓香的复合)到 4 种如馥郁香型的酒鬼酒(浓香、酱香、米香和清香的复合)。

2 复合香型白酒生产工艺

复合香型白酒指工艺独特、风格独具而需进一步确定其香型定义及主体香气成分,或以一种香型为主兼有其它香型

的白酒^{[2]103-107}。复合香型白酒既具有 2 种或 2 种以上基本香型白酒的特点,又具备其复合后的独特风味特征^[15]。复合香型白酒生产工艺因产品不同而各异,可概括为一步法发酵生产工艺和两步法发酵生产工艺 2 种。

2.1 一步法发酵生产工艺

一步法生产复合香型白酒的工艺是在生产过程中,取 2 种或 2 种以上基本香型白酒生产工艺之精华融为一体制造而成,主要将制曲工艺、酿造工艺、发酵与贮存容器等方面兼收并蓄,形成自己的特色工艺,如西凤酒、景芝白干酒、酒鬼酒等^[13]。湖南的酒鬼酒是浓香、酱香、米香、清香四大香型结合而成的馥郁香型白酒,在此以酒鬼酒为例介绍复合香型白酒的一步法发酵生产工艺^[16]。

由图 2 可知,酒鬼酒的一步法酿造工艺集清香型小曲酒和浓香型大曲酒工艺为一体,生产工艺特点可总结为:多粮颗粒原料、小曲培菌糖化、大曲配醅发酵、泥窖提质增香、粮醅清蒸清烧、洞穴贮存陈酿、精心组合勾兑^[17]。独特的生产工艺,形成了酒鬼酒兼具泸型之芳香、茅型之细腻、清香之纯净、米香之优雅的风味特点。

2.2 两步法发酵生产工艺

两步法生产复合香型白酒的工艺是在生产过程中,首先生产出单一香型酒醅,然后用不同香型酒醅入甑串蒸而成复合香型酒;或先生产单一香型的酒,然后勾兑调味而成复合香型酒,如董酒、玉泉酒、双雄醉酒等^[15]。贵州的董酒兼顾大曲酒与小曲酒分别酿造再结合串香而成的药香型白酒,以董酒为例介绍复合香型白酒的两步法发酵生产工艺。

由图 3 可知,董酒的生产工艺是典型的两步法生产工艺:第一步是先用药小曲为糖化发酵剂酿造高粱酒醅,发酵

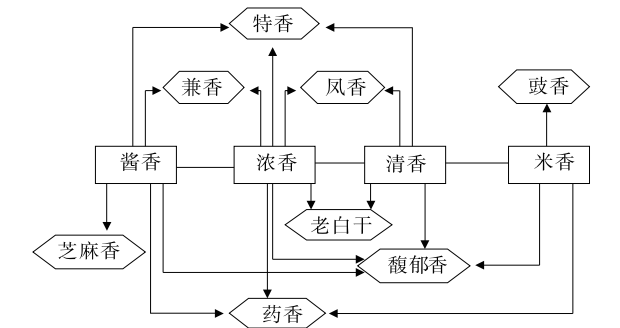


图 1 复合香型白酒之间的关系

Figure 1 The relationship among the Multiple- flavor liquor

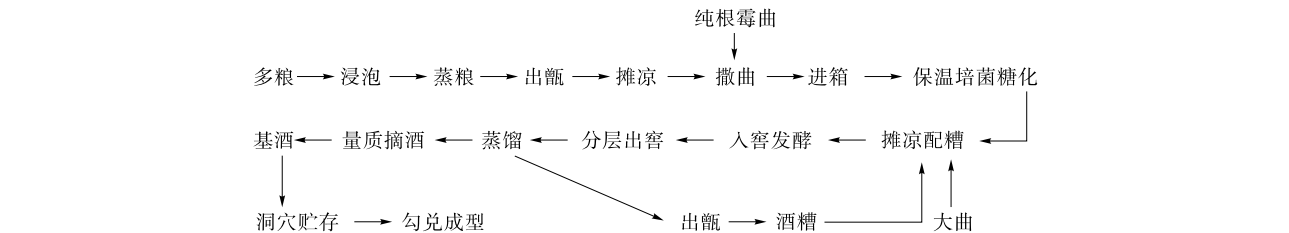


图 2 酒鬼酒生产工艺流程

Figure 2 Production techniques of heavy perfume liquor

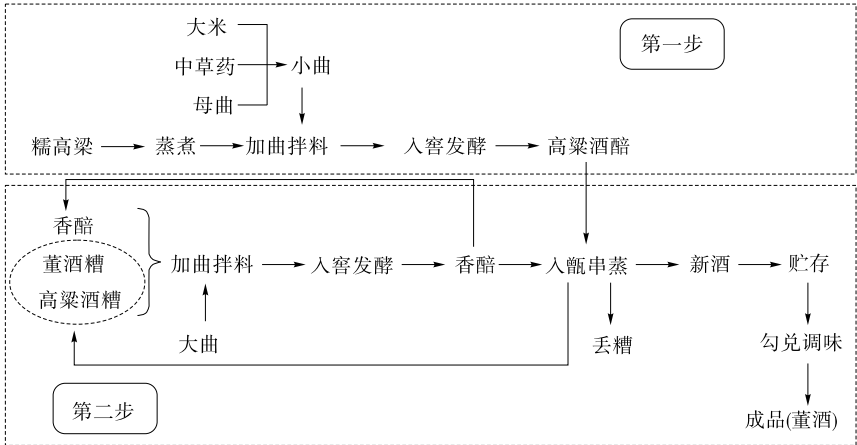


图 3 董酒生产工艺流程

Figure 3 Production techniques of Dongjiu

周期 7 d;第二步是用药大曲为糖化发酵剂酿造香醅,其中,香醅的配料是由高粱糟、董酒糟、未蒸过的香醅三部分加大曲发酵而成,发酵周期长达 10 个月^[18]。在入甑蒸馏取酒时,采用高粱小曲酒醅在下、大曲香醅在上的大小曲酒醅串蒸工艺^[19]。这种独特的生产工艺,使董酒酒体清澈透明、无悬浮物、无沉淀,口感醇和浓郁、绵甜爽口,其自身独有的舒适药香,使人赏心悦目,有余香绵绵之感。

3 复合香型白酒酿造工艺特点

从酿酒原料、糖化发酵剂、发酵容器、发酵周期、贮存容器、工艺特点等方面总结了复合香型白酒的酿造工艺特点,8 种不同复合香型白酒的差异性见表 1。

4 复合香型白酒微量成分分析

虽然白酒中微量成分的含量只占酒液的比例约 2%,但微量成分的种类和量比关系决定着复合香型白酒的风格特征和香型分类。8 种复合香型白酒的微量成分总量(见图

4)、四大酯含量(见图 5)和其它主要微量成分的含量(见表 2)进行比较后发现,8 种复合香型白酒微量元素的种类、含量、量比关系都有各自的特点。董酒因其独特的生产工艺,形成了“三高一低”的特点,即丁酸乙酯、高级醇、总酸含量高,乳酸乙酯含量低^[25]。白云边酒是兼香型白酒中酱中带浓的典型代表,总酯含量最高^[26],其酯类以乙酸乙酯和乳酸乙酯为主^[27]。西凤酒是浓香型和清香型白酒组合而成的复合香型白酒,酯类中乙酸乙酯含量最高^[28],总醇和总酯的含量比为 0.55∶1,基于其独特的贮存容器,所以含有较高的乙酸^[29]。四特酒的微量成分总量是复合香型白酒之冠,乳酸乙酯和乳酸含量最高,正丙醇含量占总醇含量 50%,对特香型口味柔滑和香气持久起重要作用^[30]。衡水老白干的主体香成分是乳酸乙酯和乙酸乙酯,由于其发酵周期相对较短,乙醛和乙缩醛含量较低^[31],这是老白干香型的一大特点。酒鬼酒总酯含量较高,其中乙酸乙酯和己酸乙酯含量尤其突出,两者相差较小;高级醇含量适中,乙缩醛含量较高^[17]。

表 1 复合香型白酒酿造工艺特点						
Table 1 Characteristics of production techniques of Multiple- Flavor liquor						
白酒香型	酿酒原料	糖化发酵剂	发酵周期	发酵容器	贮存容器	工艺特点
风香型	高粱	大麦、豌豆制成的偏高温大曲	11~14 d	土窖池(窖池每年更新一次,去掉窖壁、窖底、酒海老窖皮,再换上新土)		老六甑酿酒工艺(窖池内有 3 甑大糟、1 甑小糟、1 甑回糟共 5 甑,再加 1 甑扔糟),续糟混蒸混烧,中温流酒 ^[20]
特型酒	整粒精大米(或大米加高粱)	面粉、麦麸、酒糟混合制成的中温大曲	30 d	红褚条石砌窖,水泥勾缝,窖底及封窖用泥	陶坛	大米与酒醅混蒸,续糟混蒸四甑工艺,首甑糟不加粮,接下来的两甑为大糟、二糟添加新料,最后一甑蒸酒后作丢糟 ^[21]
芝麻香型	高粱	小麦制成的中温大曲	29 d	砖池	陶坛	大曲续糟发酵,混蒸混烧,冷水加浆,砖池跑窖发酵工艺 ^[22]
浓酱兼香型	高粱	小麦制成的高温大曲和中温大曲	每轮 30 d	半砖半泥窖池	陶坛	高粱为原料,3 次投料,9 次发酵,混蒸续糟,10 轮操作,8 次取酒,6 次高温曲高温堆积,第 7 轮操作中进行第 3 次投料,加中温曲后直接入池发酵 ^[23] 。分层蒸馏,高温馏酒和低温馏酒相结合,分层并坛、长期贮存(3~5 年)
药香型	高粱	小曲用大米,加 95 味中药制成;大曲为大麦加 40 味中药制成	小曲酒醅发酵 7 d;香醅发酵 180~300 d	窖池用石灰、白泥、洋桃藤汁混合搭窖,偏碱性	陶坛	使用大、小曲作糖化发酵剂,制曲时添加很少量中药材,采用特殊的窖泥材料,采用独特的串香工艺(蒸酒时,高粱小曲酒醅在下、大曲香醅醅在上进行串蒸) ^[5]
豉香型	大米	大米、黄豆、饼叶、饼泥混合制成的小曲酒饼	20~25 d	埕或大罐		大米为原料,小曲饼为糖化发酵剂,半固态发酵,液态釜式蒸馏,斋酒酒度 31%Vol 左右,斋酒浸泡肥猪肉 15~30 d,再过滤勾调而成玉冰烧酒 ^[24]
老白干香型	高粱	小麦制成的中温大曲	12~14 d 或 28~30 d	地缸	陶坛	采用续糟混烧老五甑工艺,发酵期短,出酒率达 50%以上,贮存期为 3~6 个月,入库酒度高,不低于 67%Vol ^[21]
馥郁香型	高粱或多粮	小曲和大曲,小曲为根霉菌,大曲为小麦制成的偏高温曲	45~60 d	泥窖	陶坛	集清香型小曲酒和浓香型大曲酒工艺为一体,多粮颗粒原料、小曲培菌糖化、大曲配醅发酵、泥窖提质增香、粮醅清蒸清烧、洞穴贮存陈酿、精心组合勾兑 ^[17]

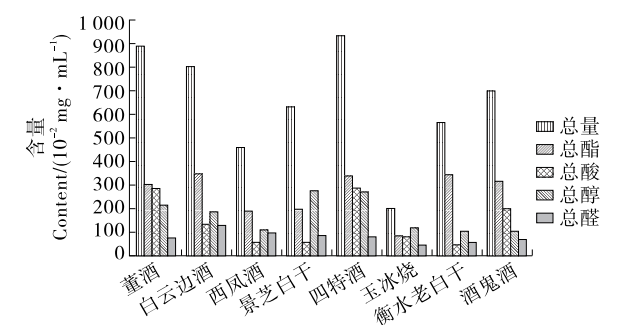


图 4 复合香型白酒微量成分总量比较

Figure 4 Comparison of total amount of trace components in Multiple-flavor liquor

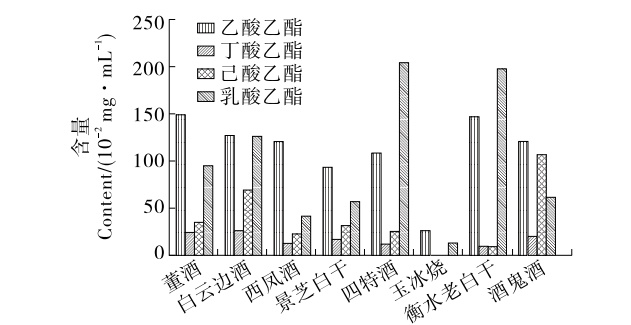


图 5 复合香型白酒四大酯比较

Figure 5 Comparison of four esters in Multiple-Flavor liquor

表 2 复合香型白酒醛酸醇含量比较^[32-39]

Table 2 Comparison of aldehyde,acid and alcohol in Multiple- Flavor liquor

mg/100 mL

成分名称	董酒	白云边酒	西凤酒	景芝白干	四特酒	玉冰烧	衡水老白干	酒鬼酒
乙醛	27.5	58.6	19.6	20.3	4.3	3.39	23.0	30.8
乙缩醛	37.4	57.6	80.0	16.3	23.2	—	41.1	37.3
糠醛	10.0	15.0	0.4	50.0	7.2	—	—	2.9
甲酸	3.2	2.5	1.6	1.1	9.5	1.36	0.8	—
乙酸	132.0	59.3	36.1	46.6	73.0	30.96	37.7	91.9
丙酸	20.6	5.6	3.6	2.1	16.1	少量	0.7	4.0
丁酸	46.2	11.4	7.2	6.9	22.9	少量	0.9	14.7
戊酸	9.7	1.3	1.9	—	4.0	少量	1.5	3.9
己酸	31.1	13.4	7.2	7.8	7.2	0.85	1.8	56.2
乳酸	48.7	44.2	1.8	5.2	158.5	7.08	7.4	38.0
正丙醇	12.2	77.4	18.3	170.7	189.6	17.67	37.8	30.0
仲丁醇	41.0	11.5	2.2	8.8	14.1	—	2.9	7.4
异丁醇	49.2	22.5	22.5	19.4	20.8	23.30	18.4	17.9
正丁醇	13.3	11.7	9.5	15.5	3.9	1.72	0.7	13.7
异戊醇	104.8	65.2	61.1	63.2	45.2	77.60	47.2	38.0

5 复合香型白酒的风格特征

白酒的感观评价指标包括色、香、味、风格,其中风格为色、香、味的整体评价,风格成为白酒香型划分的重要依据之一,不同香型白酒均具有自身的典型风格(见表 3)。典型风格的形成与生产工艺、成品酒微量成分组成与量比关系等诸多要素息息相关,需要全方位考量与系统控制。

6 展望

中国白酒香型自 20 世纪中后期出现之后,香型的分类促进了白酒行业产品质量标准化的制定和规范化生产,推动了白酒品质的鉴赏和国家名优白酒的评选。复合香型白酒的不断发展,打破了白酒品种传统的市场分布格局,丰富了白酒市场产品的多样性,满足了消费者对白酒的个性化、差异化品质的需求,体现了中国白酒黄金发展时期的标志性成果^[43]。

其它香型白酒是指一种白酒产品带有 2 种风味,它既不是单一香型风味,又不属于浓、酱、清、米 4 种基本香型而得名^[44]。兼香型的命名来自中国第三届评酒会前后,当时有的白酒产品香气和口味以浓香和酱香兼而有之(即“浓”中带“酱”味),如湖北白云边酒。兼香型白酒是最早被认定的其

表 3 复合香型白酒的风格特征 ^[3,40-42]		
Table 3 TheStyle Characteristics of Multiple-Flavor liquor		
白酒香型	代表酒种	风格特征
凤香型	西风酒	醇香秀雅,甘润挺爽,诸味谐调,尾净悠长
特香型	四特酒	酒色清亮,酒香芬芳,酒味纯正,酒体柔和
芝麻香型	景芝白干酒	酒体丰满,入口绵软,香味谐调,余味舒畅
浓酱兼香型	白云边酒	芳香优雅,酱浓协调,绵厚甜爽,圆润怡长
药香型	董酒	酒液清澈透明,香气幽雅舒适,入口醇和浓郁,饮后甘爽味长
豉香型	玉冰烧	玉洁冰清,豉香独特,醇和甘滑,余味爽净
老白干香型	衡水老白干	无色透明,醇香清雅,酒体谐调,醇厚甘冽,回味悠长
馥郁香型	酒鬼酒	芳香秀雅、绵柔甘冽、醇厚细腻、后味怡畅、香味馥郁、酒体净爽

它香型白酒之一。随着科学技术的发展,白酒产品被不断发现是由 2 种或 2 种以上的基本香型复合而成,并被一一确定为新的香型,到目前为止,已从其它香型白酒中独立出来了 8 种香型,复合香型白酒的概念随之产生,将这 8 种香型合称为复合香型白酒。因此,白酒香型的划分还一直在路上。进入 21 世纪,不仅白酒的香型在丰富和发展,而且满足市场消费者个性化需求的新产品不断涌现。这些新产品以迎合消费者的口味为主,于是近年来按口味分类的说法出现,如洋河的绵柔型,按口味分类只是白酒分类的一种提法,仍在不断发展之中。

随着生态酿酒新技术的进步和酿酒工业的发展,利用新的检测技术不断探索白酒中微量成分的种类和数量,采用风味化学、微生物学、现代生物技术和风味学导向技术等推动中国白酒行业的技术创新^[45],更多个性化的香型白酒将逐渐崭露头角。同时,消费观念和白酒市场的变化,中国白酒行业供给侧改革势在必行,复合香型白酒在产品结构调整中正在发挥个性化优势,逐渐受到消费者的青睐。因此,只有真正做到传统工艺与现代科学技术相结合,技术与市场相结合,复合香型白酒的未来发展才能具有可持续性。复合香型白酒未来研究方向主要体现在以下 3 个方面:

(1) 总结酿酒生产工艺的特点。主要开展酿造原料种类与配比、制曲工艺、入窖条件、糖化发酵周期、发酵容器的建造与维护、装甑操作与量质摘酒、原酒特性与分级贮存、勾兑与调味等关键工艺进行系统研究、提炼、总结,形成自己独特香型白酒生产技术规程,指导生产实践,并在执行中严格管理与监控。

(2) 开发香与味融合的新产品。采用酒体风味设计技术,根据消费者的需求目标并结合自己贮存合格酒的特点,注重复合香型与个性化口味的融合,遵循调查研究、方案确定、新样试制、市场反馈、新品鉴定、产品定型、新品推介等新产品开发的关键步骤开发具有典型风格的新产品,制定出具有典型风格的白酒勾调技术规程,指导生产实践,并在执行中严格管理与监控。

(3) 揭示产品风味形成机理。利用指纹图谱技术和风味导向技术等现代生态酿酒检测新技术,对新酒、合格酒、基础酒、成品酒微量成分进行分析,对发酵过程酒醅、蒸馏取酒、新酒贮存过程等环节的酒醅和酒样进行微量成分分析,探究酿酒原料、酿造过程、蒸馏摘酒、贮酒过程、勾兑与调味等关键环节原料、酒醅和酒样的风味物质演变规律,从而揭示自身复合香型白酒典型风格形成机理,为复合香型白酒自立门户提供理论依据。

参考文献

[1] 张文学, 赖以焯, 余有贵. 中国酒概述[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.

[2] 余有贵. 生态酿酒新技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016.

[3] 戴景辉. 白酒香型与风格初探[J]. 酿酒, 2000(2): 29-31.

[4] 陈全庚, 陈光汉. 国家名优白酒香型之管见[J]. 江西科学, 1995(1): 58-62.

[5] 李大和. 中国白酒“三大试点”研究回顾[J]. 酿酒科技, 2017(6): 17-25, 28.

[6] 沈怡方. 论米香型白酒生产技术的发展[J]. 酿酒, 1997(6): 3-6.

[7] 李大和, 刘念, 李国红. 中国白酒香型融合创新的思考[J]. 酿酒科技, 2006(11): 116-123.

[8] 杨柳. 中国白酒香型划分回顾与反思[J]. 酿酒科技, 2016(5): 115-116, 120.

[9] 熊小毛. 兼香型白酒标准研究[J]. 酿酒科技, 2001(5): 47-49.

[10] 贾翹彦. 确立董酒为“董型”白酒的研究报告[J]. 酿酒科技, 1999(5): 75-79.

[11] 冯晓山, 徐政仓, 高洁. 凤香型白酒的现状 & 发展[J]. 酿酒科技, 2006(2): 99-101, 104.

[12] 冯志强, 郭新光. 豉香型白酒国家标准修订的研究[J]. 现代食品科技, 2007(8): 83-85.

[13] 来安贵, 赵德义, 曹建全. 芝麻香型白酒的发展历史、现状及发展趋势[J]. 酿酒, 2009(1): 91-93.

[14] 向宗府, 彭燕. 酒鬼酒大曲生产的特点[J]. 酿酒科技, 2009(4): 71-73.

[15] 余本富. 浅谈“复合”香型白酒[J]. 酿酒科技, 2002(2): 54-55.

[16] 张勇. 馥郁香型白酒的发展历程[J]. 酿酒科技, 2011(10): 117-121.

[17] 刘建新, 刘晓方, 刘凤晖, 等. 酒鬼酒馥郁香型风格的研究[J]. 酿酒科技, 2005(10): 98-104.

[18] 贵州遵义董酒厂. 董酒工艺、香型和风格研究: “董型”酒探讨[J]. 酿酒, 1992(5): 55-61, 54.

[19] 贾翹彦. 董酒串香工艺的探讨[J]. 酿酒科技, 1981(4): 11-14.

[20] 徐可强, 高洪涛, 王科岐, 等. 绵柔凤香型西凤酒生产工艺研究[J]. 酿酒科技, 2016(4): 67-69, 73.

[21] 彭奎, 李大和, 李国红, 等. 柔雅风格白酒的生产[J]. 酿酒科技, 2017(2): 23-32.

[22] 李玉彤, 崔德宝, 游录春. “景芝白乾”生产工艺特点[J]. 酿酒科技, 2010(4): 63-64.

[23] 刘杰. 形成白云边酒风格质量的关键工艺[J]. 酿酒, 2014(2): 72-74.

[24] 谢敏, 吴望远. 豉香型白酒传统工艺的继承与创新[J]. 酿酒科技, 2012(8): 82-83.

[25] 贵州遵义董酒厂. 董酒之工艺: 中国最复杂的白酒工艺之一[J]. 南风窗, 2012(23): 89.

[26] 向军. 全国兼香型白酒品评与分析[N]. 华夏酒报, 2010-12-17(013).

[27] 张红. 白云边小曲酒工艺和风味特征[J]. 酿酒, 2013(4): 46-49.

[28] 陕西西凤酒厂. 西凤酒的典型风格及工艺特征: “凤型酒香型研究”报告之二[J]. 酿酒, 1991(4): 74-76.

[29] 陕西西凤酒厂. 西凤酒香味特征和工艺特点初探[J]. 酿酒, 1988(5): 3-6, 52-53.

[30] 陈全庚, 陈光汉. 国家名优白酒香型中的一大新类别——“四特类”香型[J]. 江西科学, 1995(2): 120-124.

[31] 张志民. 衡水老白干香型的初步研究[J]. 酿酒, 1998(2): 14-17.

[32] 范文来, 胡光源, 徐岩, 等. 药香型董酒的香气成分分析[J]. 食品与生物技术学报, 2012(8): 810-819.

(下转第 209 页)

nostimulatory activity of the polysaccharides from *Hyriopsis cumingii* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2010, 47(5): 676-680.

[25] QIAO De-liang, HE Xiao-mei, WEI Chuan-bao, et al. Effects of *Hyriopsis cumingii* polysaccharides on mice immunologic receptor, transcription factor, and cytokine[J]. Journal of Food Science, 2016, 81(5): H1 288-H1 294.

[26] 陈晶晶. 河蚌多糖对罗非鱼肠道黏膜免疫和菌群的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2009: 51.

[27] 林双喜. 河蚌多糖的生物学活性研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2007: 54.

[28] 刘俊, 张燕平, 戴志远, 等. 三角帆蚌多糖的提取及其抗氧化功能研究[J]. 食品科技, 2008, 33(12): 40-44.

[29] QIAO De-liang, KE Chun-ling, HU Bing, et al. Antioxidant activities of polysaccharides from *Hyriopsis cumingii* [J]. Carbohydrate Polymers, 2009, 78(2): 199-204.

[30] 李世芬, 胡奇, 王玉翠, 等. 河蚌多糖对老龄小鼠的抗氧化作用[J]. 现代预防医学, 2015, 42(6): 99-101.

[31] 陈蕾, 吴皓, 姚静倩, 等. 珠蚌多糖对四氯化碳诱导肝细胞损伤的保护作用[J]. 中国海洋药物, 2008, 27(2): 18-21.

[32] 刘仁平, 杨旭, 张维娅, 等. 蚌肉多糖对四氯化碳诱导急性肝损伤小鼠的保护作用[J]. 南昌大学学报: 理科版, 2015, 39(6): 602-605.

[33] 史万忠, 刘瑾, 倪嘉纳, 等. 河蚌多糖粗提物的分级醇沉及其活性研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(9): 2 191-2 192.

[34] 朱涛, 赵前进, 许礼发, 等. 河蚌多糖抗 HBV 活性及连分式插值法检测[J]. 解放军医学杂志, 2017, 42(3): 186-189.

[35] LIU Cheng-chu, ZHOU Hai-yan, SU Yi-cheng, et al. Chemical compositions and functional properties of protein isolated from by-product of triangle shell pearl mussel *Hyriopsis cumingii* [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2009, 18(3): 193-208.

[36] 严如娟, 刘承初, 李应森, 等. 三角帆蚌肉和外套膜中可溶性蛋白的回收与性质比较[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 334-337.

[37] 郭福军. 河蚌蛋白粉的制备及其抗氧化活性的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014.

[38] ZHOU Ya-jun, HE Qin, ZHOU Dan. Optimization extraction of protein from mussel by high-intensity pulsed electric fields [J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2016, 41(3): e12 962.

[39] 何晓梅, 乔德亮, 沈涛涛, 等. 三角帆蚌糖蛋白的盐溶液浸提及抗氧化活性[J]. 食品与生物技术学报, 2015, 34(5): 517-523.

[40] 宋亮, 沈慧星, 肖扬. 珍珠河蚌肉酶解制备 ACE 抑制肽研究[J]. 食品科技, 2007(10): 133-137.

[41] 戴志远, 朱凤仙, 张燕平, 等. 河蚌酶降解血压肽的初步分离及性质研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(4): 76-79.

[42] DAI Zhi-yuan, ZHANG Yan-ping, ZHANG Hong, et al. Preparation and characterization of mussel (*mytilus edulis*) protein hydrolysates with angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity by enzymatic hydrolysis[J]. Journal of Food Biochemistry, 2012, 36(1): 66-74.

[43] 涂宗财, 罗晓慧, 王辉, 等. 多指标优化珠蚌抗氧化肽制备工艺[J]. 食品工业科技, 2012, 33(13): 213-216.

[44] 徐兆刚. 河蚌抗氧化肽的制备及其特性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016: 85-86.

[45] 涂宗财, 李春平, 王辉, 等. 木瓜蛋白酶水解珠蚌制备肽钙及其红外光谱分析[J]. 食品科技, 2012, 37(7): 92-96.

[46] 王辉, 涂宗财, 叶云花, 等. 超声波改性珠蚌多肽与钙离子的螯合[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(4): 12-16.

[47] 周龙. 珍珠蚌肉酶解液多肽锌螯合研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2014: 21-27.

[48] 刘佳彤. 河蚌肉/大豆粕酶解氨基酸螯合钙的制备及特性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016: 70.

[49] 姚静倩, 吴皓, 王令充, 等. HPLC 测定三角帆蚌中主要核苷类成分的含量[J]. 中国海洋药物, 2009, 28(4): 31-34.

[50] 姚静倩. 珠蚌软体中小分子活性物质的研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2009: 64-65.

[51] 王文军, 曾凯芳, 邓丽莉, 等. 抗菌肽及其在果蔬病害控制中的应用[J]. 食品与机械, 2017, 33(2): 199-204.

[52] NATARAJAN S B, KIM Y S, HWANG J W, et al. Immunomodulatory properties of shellfish derivatives associated with human health [J]. RSC Advances, 2016, 6 (31): 26 163-26 177.

[53] XU Qiao-qing, WANG Gai-ling, YUAN Han-wen, et al. cDNA sequence and expression analysis of an antimicrobial peptide, theromacin, in the triangle-shell pearl mussel *Hyriopsis cumingii* [J]. Comparative Biochemistry & Physiology Part B: Biochemistry & Molecular Biology, 2010, 157(1): 119-126.

(上接第 204 页)

[33] 张红. 浓酱兼香型白云边酒酿造工艺与微生物分析[D]. 武汉: 武汉工程大学, 2015: 25-32.

[34] 胡国栋. 白云边酒特征香味组份的研究[J]. 酿酒, 1992(1): 76-83.

[35] 熊小毛. 兼香型白酒标准研究[J]. 酿酒科技, 2001(5): 47-49.

[36] 张五九, 何松贵, 韩兴林, 等. 豉香型白酒风味成分分析研究[J]. 酿酒科技, 2010(12): 58-64.

[37] 曾新安, 张本山, 于淑娟. 豉香型米酒特征香气成分研究[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2001(12): 93-95.

[38] 胡国栋. 景芝白干特征香味组份的研究[J]. 酿酒, 1992(1): 83-88.

[39] 傅国城. 西凤酒微量物质组分与质量关系的研究[J]. 酿酒, 2015(3): 10-14.

[40] 李维青. 漫谈白酒的香型[J]. 中国酒, 2007(7): 84-86.

[41] 赵树欣, 邹海晏. 白酒香型对白酒发展的影响[J]. 酿酒科技, 2010(4): 108-110.

[42] 李大和, 李天道, 李国红. 中国白酒口味的变化[J]. 酿酒科技, 2011(9): 128-131.

[43] 傅国城. 中国白酒香型划定背景与主流发展趋势的探讨[J]. 酿酒, 2010(1): 97-99.

[44] 熊子书. 白酒的香型和风格[J]. 酿酒, 1984(2): 9-12.

[45] 杜明松. 论白酒新工艺与新工艺白酒[J]. 酿酒科技, 2008(7): 65-68.